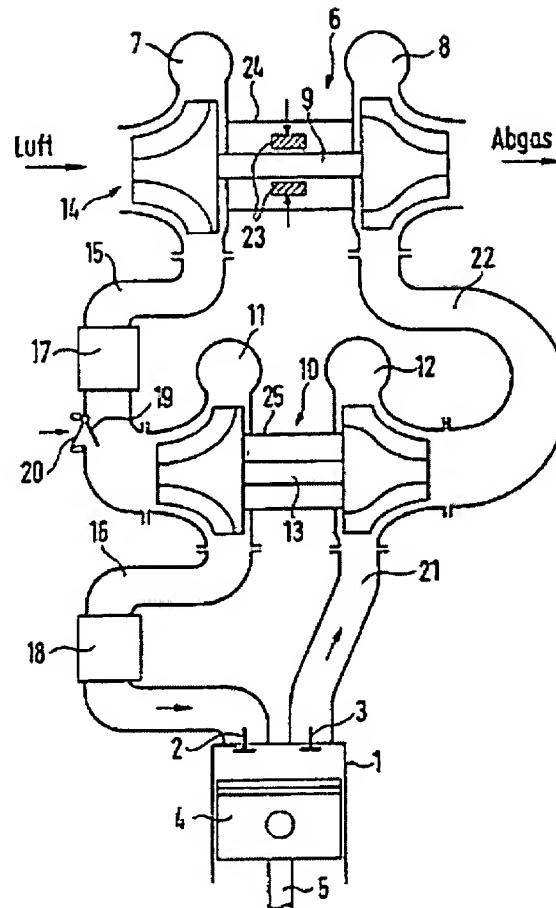


Internal combustion engine with variable supercharging

Patent number: DE4330525
Publication date: 1995-03-16
Inventor: BRAUN HERMANN (DE)
Applicant: MOTOREN TURBINEN UNION (DE)
Classification:
 - international: F02B37/00; F02B37/02
 - european: F02B37/007; F02B37/013
Application number: DE19934330525 19930909
Priority number(s): DE19934330525 19930909

Abstract of DE4330525

Internal combustion engine with variable supercharging by switchable low pressure exhaust turbochargers (6, 6'...) and high pressure exhaust turbochargers (10, 10'...), which are each respectively supported, rotationally fixed, on shafts (9, 13). On low pressure exhaust turbochargers (6, 6'...) stopping devices (23, 23'...) are arranged, which when starting or at partial load of the internal combustion engine brake the low pressure exhaust turbochargers (6, 6'...) to 0 speed.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Express Label No.
EV343684022US

⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑪ Offenlegungsschrift
⑩ DE 43 30 525 A 1

⑤ Int. Cl. 6:
F 02 B 37/00
F 02 B 37/02

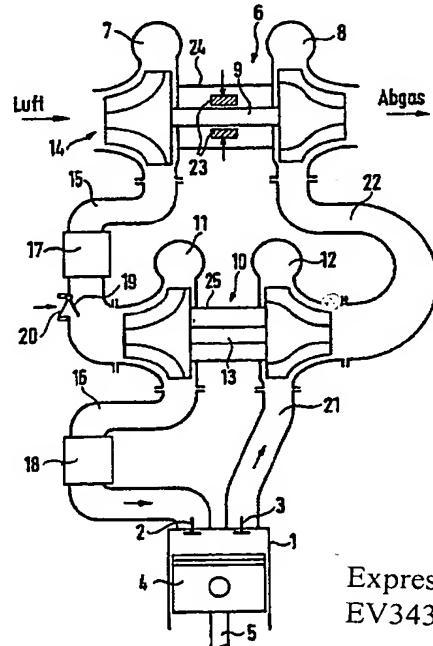
⑥ Anmelder:
MTU Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen
GmbH, 88045 Friedrichshafen, DE

⑦ Erfinder:
Braun, Hermann, 88045 Friedrichshafen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑧ Brennkraftmaschine mit variabler Aufladung

⑨ Brennkraftmaschine mit variabler Aufladung durch schaltbare Niederdruckabgasturbolader (6, 6')... und Hochdruckabgasturbolader (10, 10')..., die jeweils auf Wellen (9, 13) drehfest gelagert sind. An Niederdruckabgasturboladern (6, 6') sind Festbremseinrichtungen (23, 23')... angeordnet, die beim Start oder bei Teillast der Brennkraftmaschine die Niederdruckabgasturbolader (6, 6')... auf Drehzahl 0 bremsen.



Express Label No.
EV343684022US

DE 43 30 525 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01.95 408 081/84

DE 43 30 525 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit variabler Aufladung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit variabler Aufladung gemäß Anspruch 6.

Abgasturbolader zur Aufladung von Brennkraftmaschinen erzielen hohe Wirkungsgrade nur in eng begrenzten Betriebsbereichen. Um aufgeladene Brennkraftmaschinen über weite Leistungsbereiche mit verbesserten Wirkungsgraden zu betreiben, ist es bekannt, Abblasventile vor Abgasturbinen anzutreiben oder mehrere Stufen von Abgasturboladern abhängig vom Betriebszustand zusammen zu schalten.

Aus der DE-PS 40 16 214 ist eine Kolbenbrennkraftmaschine mit Aufladung durch eine Gruppe von schaltbaren Abgasturboladern bekannt. Mittels eines an einem Abgasauslaß eines mittleren Abgasturboladers drehbar angeordneten Abgas-Strömungsteilers lassen sich die Abgasturbolader abgasseitig umschalten. Je nach Stellung des Abgas-Strömungsteilers ergibt sich einstufige Ladeluftverdichtung allein mit dem mittleren Abgasturbolader oder zweistufige Ladeluftverdichtung durch Hintereinanderschalten des mittleren und der äußeren Abgasturbolader.

Problematisch ist jedoch die Betriebssicherheit und die Verschleißfestigkeit des Abgas-Strömungsteilers, der im Betrieb der Brennkraftmaschine dauernd mit sehr heißen Abgasen hoher kinetischer Energie beaufschlagt wird.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Brennkraftmaschine mit variabler Aufladung so auszugestalten, daß Betriebssicherheit und Verschleißfestigkeit der Umschaltvorrichtung vom einstufigen zum zweistufigen Betrieb verbessert und Strömungswiderstände reduziert werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Brennkraftmaschine mit variabler Aufladung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und mit einem Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 6 gelöst.

Mit der erfindungsgemäßen variablen Aufladung kann der Ladeluftdruck aus zu zweistufigen Aufladegruppen zusammengefaßten Niederdruck- und Hochdruckabgasturboladern an den Betriebszustand der Brennkraftmaschine angepaßt werden, und Abgas-Strömungsteiler oder Abblasventile, die den heißen Abgasen im Abgasauslaß beim Betrieb der Brennkraftmaschine ausgesetzt sind, entfallen. Insbesondere ist durch diese Maßnahme die Betriebssicherheit der aufgeladenen Brennkraftmaschine verbessert. Die Abgaskanäle sind frei von Schaltvorrichtungen und daher kostengünstig herzustellen. Der Strömungswiderstand der erfindungsgemäßen Abgaskanäle ist auf Grund der fehlenden Schaltvorrichtungen innerhalb der Abgasleitungen niedrig.

Zur weiteren Reduktion von Strömungsverlusten kann in der Ladeluftleitung zwischen dem Niederdruckabgasturbolader und dem Hochdruckabgasturbolader ein verschließbarer Lufteinlaß angeordnet sein. Druckverluste der Ladeluft, die beim Durchströmen des gebremsten Niederdruckverdichters beim Starten oder bei Teillast der aufgeladenen Brennkraftmaschine entstehen könnten, werden so vermieden.

Bei mehreren parallel geschalteten Aufladegruppen aus jeweils einem Hochdruck- und einem Niederdruckabgasturbolader sind gemäß der Erfindung die Fest-

bremseinrichtungen jeweils an den Niederdruckabgasturboladern angeordnet.

Gemäß einer alternativen Ausführung der Erfindung ist nur ein Niederdruckabgasturbolader aus einer von mehreren parallel geschalteten Aufladegruppen mit Festbremseinrichtungen ausgestattet, während die anderen Aufladegruppen mittels Abgasklappen vor den Hochdruckabgasturboladern abschaltbar sind.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind die Festbremseinrichtungen als Blockiereinrichtung ausgestaltet, um insbesondere der für Schiffsmotorenanlagen erhobenen Forderung zu entsprechen, daß Turbolader über eine besondere Einrichtung bei Schaden an einem Abgasturbolader blockierbar sein müssen.

15 Auf diese Weise kann verhindert werden, daß ein noch rotierender Turboladerläufer eines defekten Abgasturboladers weitere Folgeschäden verursacht, die dann zum Ausfall der Brennkraftmaschine führen können. Eine Schwingungsüberwachung oder ein manuell betätigbarer Schalter kann vorzugsweise herangezogen werden, die Festbremseinrichtung zu schließen.

Die Erfindung wird anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine Brennkraftmaschine mit erfindungsgemäßer variabler Aufladung,

Fig. 2 mehrere parallel geschaltete Aufladegruppen mit erfindungsgemäßer variabler Aufladung,

Fig. 3 mehrere parallel geschaltete Aufladegruppen mit alternativer erfindungsgemäßer variabler Aufladung.

Fig. 1: Eine Brennkraftmaschine ist symbolisch durch einen Zylinder 1 mit Ein- und Auslaßventilen 2 und 3 sowie einem Kolben 4 mit Pleuel 5 dargestellt.

Ein Niederdruckabgasturbolader 6 weist einen Niederdruckverdichter 7 und eine Niederdruckturbine 8 auf, die drehfest auf einer Welle 9 gelagert sind. Ein Hochdruckabgasturbolader 10 weist einen Hochdruckverdichter 11 und eine Hochdruckturbine 12 auf, die drehfest auf einer Welle 13 gelagert sind.

Luft wird dem Zylinder 1 von einem Einlaß 14 über den Niederdruckverdichter 7, eine Ladeluftleitung 15, den Hochdruckverdichter 11 und eine weitere Ladeluftleitung 16 zugeführt. Die Ladeluftleitungen 15 und 16 enthalten Ladeluftkühler 17, 18 und einen mit einem Ventil 19 verschließbaren Lufteinlaß 20. Die Ladeluftleitungen 15, 16 sind mit Flanschen an den Verdichtern 7, 11 montiert.

Abgas wird aus dem Zylinder 1 durch einen Abgaskanal 21 in die Hochdruckturbine 12 geleitet. Aus der Hochdruckturbine 12 wird das Abgas über einen Abgaskanal 22 in die Niederdruckturbine 8 geleitet und einem Auslaß (nicht dargestellt) zugeführt.

An der Welle 9 sind radial spreizbare Bremsglieder einer Festbremseinrichtung 23 angeordnet, die von einer Steuervorrichtung (nicht dargestellt) in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine betätigt werden. Die Wellen 9 und 13 sind von Gehäusen 24, 25 umgeben. Die Steuervorrichtung kann eine Schwingungsüberwachung oder ein manuell betätigbarer Schalter sein.

Fig. 2 zeigt zwei parallel geschaltete zweistufige Aufladegruppen 26, 27, die in Reihe geschaltet jeweils einen Niederdruck- und einen Hochdruckabgasturbolader 6, 10, 6', 10' enthalten, die den in Fig. 1 gezeigten Abgasturboladern entsprechen. Eine beliebige Anzahl derartiger parallel geschalteter Aufladegruppen 26, 27 kann erfindungsgemäß vorgesehen sein. Die Bezugszeichen für die Elemente der Aufladegruppe 26 entsprechen den

Bezugszeichen für die baugleichen Elemente aus Fig. 1. Die Bezugszeichen für die Elemente der Aufladegruppe 27 unterscheiden sich von den Bezugszeichen für die baugleichen Elemente aus Fig. 1 durch eine zusätzliche Indizierung.

Festbremseinrichtungen 23, 23' ... sind an den Niederdruckabgasturboladern 6, 6' ... angeordnet und können unterhalb eines bestimmten Teillastpunkts einzeln, in Gruppen oder alle gleichzeitig betätigt werden, so daß die Niederdruckabgasturbolader 6, 6' ..., die mit einer betätigten Festbremseinrichtung 23, 23' ... verbunden sind, festgebremst werden, und die betroffene Aufladegruppe einstufig weiterbetrieben wird.

Fig. 3 zeigt ebenfalls zwei parallel geschaltete zweistufige Aufladegruppen 28, 29, die in Reihe geschaltet jeweils einen Niederdruck- und einen Hochdruckabgasturbolader 6, 10, 6', 10' enthalten, die den in Fig. 1 gezeigten Abgasturboladern entsprechen. Die Anzahl der parallel geschalteten Aufladegruppen 28, 29 ist gemäß der Erfundung nicht auf zwei begrenzt.

Aufladegruppe 28 ist baugleich mit einer der oben beschriebenen Aufladegruppen 26, 27. Aufladegruppe 29 und weitere parallel geschaltete, nicht dargestellte Aufladegruppen weisen anstelle der Festbremseinrichtungen 23, 23' ... an den Niederdruckabgasturboladern 6, 6' ... in Abgasleitungen 21' ... jeweils eine Abgasklappe 30 stromaufwärts der Hochdruckabgasturbolader 10' ... auf. Der Niederdruckabgasturbolader 6 der Aufladegruppe 28 kann mit der Festbremseinrichtung 23 festgebremst, und die Aufladegruppe 28 einstufig betrieben werden, wohingegen die parallel geschalteten Aufladegruppen 29 ... insgesamt abgeschaltet werden, indem die Abgasklappen 30 vor den Hochdruckabgasturboladern 10' ... geschlossen werden.

Verfahren zum Betrieb der variabel aufgeladenen Brennkraftmaschine

Beim Start beziehungsweise unterhalb eines bestimmten Teillastpunktes der Brennkraftmaschine halten die Festbremseinrichtungen 23 über die Wellen 9 die Turboladerläufer der Niederdruckverdichter 7 und Niederdruckturbinen 8 fest. In Ladeluftleitung 16 kann ein verschließbarer Lufteinlaß 20 geöffnet werden, wenn Druckverluste in der Ladeluft beim Durchströmen des festgebremsten Niederdruckverdichters 7 vermieden werden sollen.

Luft wird am Einlaß 14 durch Niederdruckverdichter 7 oder Lufteinlaß 20 durch den Ansaughub des Kolbens 4 angesaugt und verbrannt. Abgas aus der Brennkraftmaschine treibt die Hochdruckturbine 12 und über die Welle 13 den Hochdruckverdichter 11 an. Das Abgas wird über den Abgaskanal 22 und die festgebremste Niederdruckturbine 8 dem Auslaß zugeleitet.

Wird die Brennkraftmaschine über einem bestimmten Teillastpunkt betrieben, werden die Bremsglieder 23 an der Welle 9 des Niederdruckabgasturboladers 6 gelöst, und die Abgasenergie wird von der Niederdruckabgasturbine 8 über die Welle 9 zur Verdichtung der Ladeluft am Niederdruckverdichter 7 genutzt.

Wird die Brennkraftmaschine unterhalb eines bestimmten Teillastpunkts betrieben, und fällt die Abgasenergie unter ein vorbestimmtes Niveau, schließen die Festbremseinrichtungen 23 und Niederdruckabgasturbolader 6 wird auf Drehzahl 0 gebremst.

Bei stillstehender Niederdruckabgasturbine 8 ist der Gegendruck in der Abgasleitung 22 geringer als bei laufender Niederdruckabgasturbine 8 und daher kann

ein höherer Wirkungsgrad und Ladeluftdruck an der Hochdruckabgasturbine 12 bei stillstehender Niederdruckabgasturbine 8 erzielt werden.

Bei mehreren parallel geschalteten Aufladegruppen 5 26, 27 ... kann der Wirkungsgrad der variablen Aufladung unterhalb eines bestimmten Teillastpunkts erfundungsgemäß dadurch weiter verbessert werden, daß die Aufladegruppen 26, 27 ... einzeln oder gemeinsam wahlweise einstufig oder zweistufig betrieben werden.

Bei mehreren parallel geschalteten Aufladegruppen 28, 29 ... kann der Wirkungsgrad der variablen Aufladung unterhalb eines bestimmten Teillastpunkts erfundungsgemäß dadurch weiter verbessert werden, daß die Aufladegruppen 29 ... mittels Abgasklappen 30 abgeschaltet werden und die Brennkraftmaschine von der Aufladegruppe 28 mit Festbremseinrichtung 23 wahlweise mit einstufiger oder zweistufiger Aufladung betrieben wird.

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine mit variabler Aufladung mit mindestens einem Nieder- und einem Hochdruckabgasturbolader (6, 10), die in Reihe geschaltet sind, wobei auf jeweils einer Welle (9) eine Niederdruckabgasturbine (8) und ein Niederdruckladeluftverdichter (7) und auf einer Welle (13) eine Hochdruckabgasturbine (12) und ein Hochdruckladeluftverdichter (11) angebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß Festbremseinrichtungen (23) den Niederdruckabgasturbolader (6, 6' ...) beim Start und bei Teillast der Brennkraftmaschine auf Drehzahl Null bremsen.

2. Brennkraftmaschine mit variabler Aufladung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in Ladeluftleitung (15) ein schließbarer Lufteinlaß (20) angeordnet ist.

3. Brennkraftmaschine mit variabler Aufladung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Aufladegruppen aus in Reihe geschalteten Nieder- und Hochdruckabgasturboladern (6, 10, 6', 10' ...) parallel geschaltet sind, und die Niederdruckabgasturbolader (6, 6' ...) jeweils mit Festbremseinrichtungen (23, 23' ...) ausgestattet sind.

4. Brennkraftmaschine mit variabler Aufladung gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Niederdruck-Abgasturbolader (6) in einer Aufladegruppe (28) mit einer Festbremseinrichtung (23) ausgestattet ist und weitere parallel geschaltete Aufladegruppen (29, 29' ...) jeweils eine Abgasklappe (30) vor den Hochdruck-Abgasturboladern (10, 10' ...) aufweisen.

5. Brennkraftmaschine mit variabler Aufladung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Festbremseinrichtungen (23, 23' ...) als Blockiereinrichtung ausgestaltet sind.

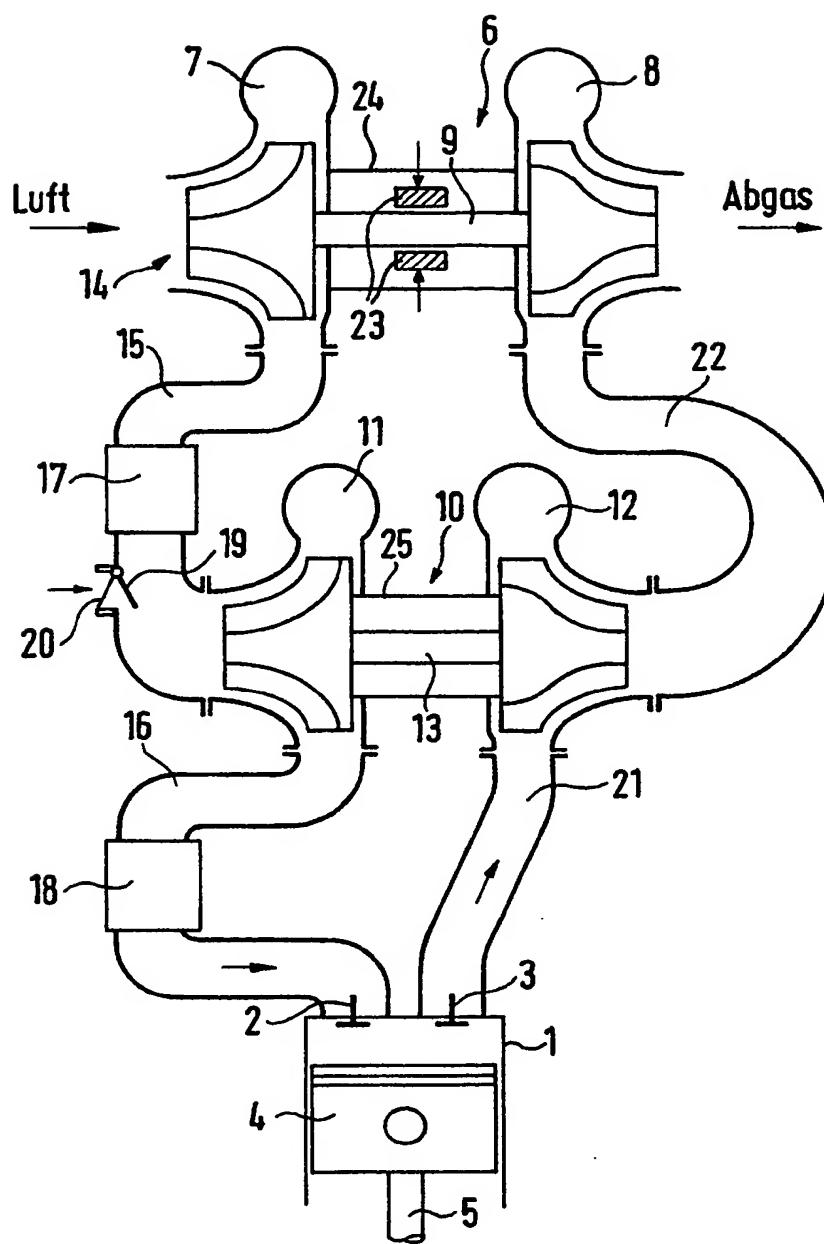
6. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit variabler Aufladung gemäß Anspruch 1, gekennzeichnet durch Starten der Brennkraftmaschine mit festgebremsten Niederdruckabgasturboladern (6, 6' ...), Beschleunigen der Brennkraftmaschine bis zu einem bestimmten Teillastpunkt und Lösen der Festbremseinrichtungen (23, 23' ...) an den Niederdruckabgasturboladern (6, 6' ...).

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Express Label No.
EV343684022US

FIG. 1

Express Label No.
EV343684022US

